

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001053379
PUBLICATION DATE : 23-02-01

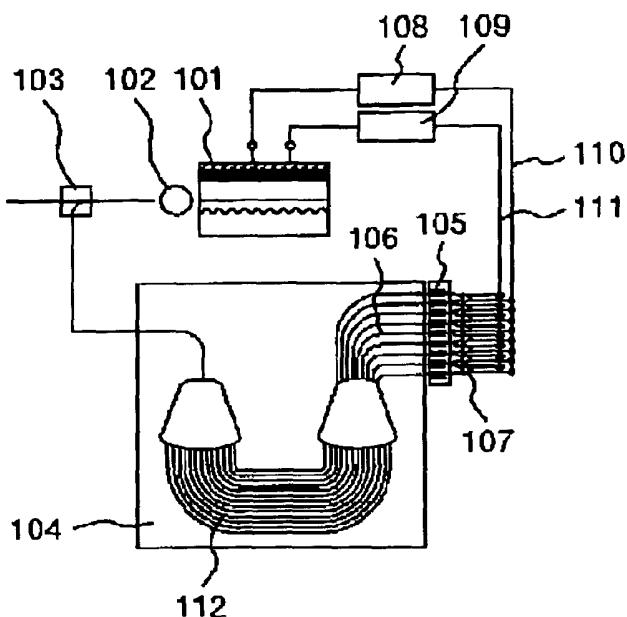
APPLICATION DATE : 10-08-99
APPLICATION NUMBER : 11225894

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : KUBOKI KATSUHIKO;

INT.CL. : H01S 5/0687 G02B 6/12 G02B 6/122
G02B 6/293 H01S 5/026 H01S 5/12
H04J 14/00 H04J 14/02

TITLE : LIGHT TRANSMITTER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a wavelength multiplex light transmitter at a low cost with satisfactory repeatability, using a light source for wavelength multiplex communication adaptable for a wavelength standard channel by a simple method.

SOLUTION: The part of the output light of a wavelength-variable light source 101 is led to a wavelength stabilizing element 104, and its difference from a prescribed wavelength is detected by a photodetector 105 and an arithmetic circuit 107 and is fed back to the light source via control circuits 108, 109. Especially, the control circuit 108 varies over a wide range its output to the upper electrode of a heater-mounted wavelength tunable laser composed by mounting a thin-film heater directly above the upper electrodes of a distributed feedback type semiconductor laser of superior wavelength controllability, and corrects a variation of a specified frequency by the output of the arithmetic circuit. Consequently, a light transmitter suitable for high-density wavelength multiplex light communication is realized.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

・(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-53379
(2001-53379)

(43) 公開日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト ⁸ (参考)
H 0 1 S	5/0687	H 0 1 S	2 H 0 4 7
G 0 2 B	6/12		5 F 0 7 3
	6/122		5 K 0 0 2
	6/293	G 0 2 B	F
H 0 1 S	5/026		B

(21)出願番号	特願平11-225894	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成11年8月10日(1999.8.10)	(72)発明者	青木 雅博 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72)発明者	久保木 勝彦 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(74)代理人	100068504 弁理士 小川 勝男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光送信装置

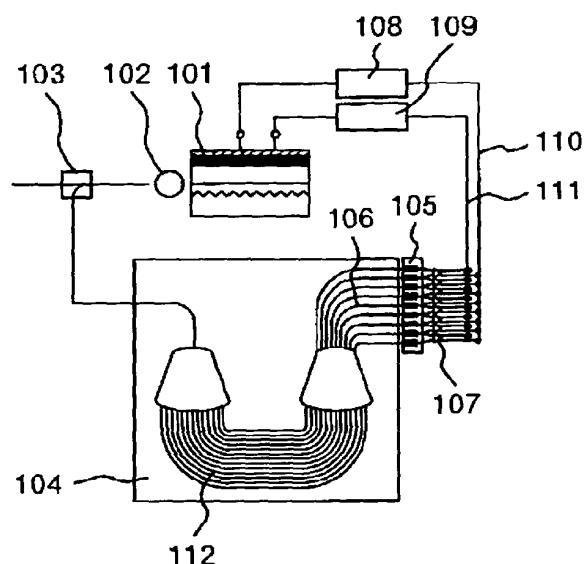
(57)【要約】

【課題】容易な手法で波長標準チャンネルに適合可能な波長多重通信用光源を用い、波長多重光送信装置を低コストで再現性良く実現する。

【解決手段】波長可変光源101の出力光の一部は波長安定化素子104に導かれ、所定の波長からの差分を受光素子105及び演算回路107で検出し、制御回路108、109を介して光源に帰還する。特に制御回路108は、波長制御性に優れる分布帰還型半導体レーザの上部電極の直上に薄膜ヒータを搭載したヒータ集積波長可変レーザの上部電極に制御回路の出力を広範囲に可変すると共に、演算回路の出力によって所定周波数のずれを補正する。

【効果】高密度波長多重光通信に好適な光伝送装置が実現可能となる。

1



【特許請求の範囲】

【請求項1】单一波長の光を放出する半導体レーザと、上記半導体レーザの光を光電変換し光電流を得る光学手段と、上記单一波長を変化させ、かつ変化した单一波長を上記光電流の入力により特定の波長に安定化する制御回路とを持つ光源を有することを特徴とする光送信装置。

【請求項2】上記半導体レーザと上記光学手段が集積体で構成され、上記制御回路が上記集積体の外部に設けられたことを特徴とする請求項1記載の光送信装置。

【請求項3】上記半導体レーザは分布帰還型又は分布反射型レーザであることを特徴とする請求項1又は2記載の光伝送装置。

【請求項4】上記光学手段が複数の離散的周波数に対して類似の単峰の周波数特性を持つ光学素子からなり、上記制御回路が上記单一波長を可変にする波長制御と上記半導体レーザの駆動電流を制御する駆動電流制御部を持ち、上記波長制御部及び上記駆動電流制御部のそれぞれの入力部に上記離散的周波数の相隣る周波数の信号成分の和信号及び差信号を加えるように構成されたことを特徴とする請求項1、2又は3記載の光送信装置。

【請求項5】上記光学手段が導波路型光学素子及び導波路型光学素子の出力を光電変換する受光素子からなることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の光送信装置。

【請求項6】上記導波路型光学素子が伝播波長が異なる複数の光導波路を配列したアレイ導波路格子であることを特徴とする請求項5記載の光送信装置。

【請求項7】上記半導体レーザと上記アレイ導波路格子が同一基板上にハイブリッド集積化されたことを特徴とする請求項6記載の光送信装置。

【請求項8】上記半導体レーザと上記アレイ導波路格子が同一半導体基板上にモノリシック集積化されたことを特徴とする請求項6に記載の光送信装置。

【請求項9】上記半導体レーザの出力光を変調する光変調器をさらに有し、上記半導体レーザと光変調器及び上記アレイ導波路格子が同一半導体基板上にモノリシック集積化されたことを特徴とする請求範囲8に記載の光送信装置。

【請求項10】上記光学手段が導波路型ファブリペロエタロンであり、上記ファブリペロエタロンの共振器長 c_0 と活性導波路の有効屈折率 n_{eff} との間に以下の関係式が成り立つことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の光送信装置。

$$2L_{c_0 n_{eff}} / c_0 = -f_{sp}$$

但し、 c_0 は真空中の光速、 $-f_{sp}$ は $50 \times N \times 10^9$ (N は整数) で与えられる定数である。

【請求項11】上記半導体レーザと上記導波路型ファブリペロエタロンが同一基板上にハイブリッド集積化されたことを特徴とする請求項10記載の光送信装置。

【請求項12】上記半導体レーザと上記導波路型ファブリペロエタロンが同一半導体基板上にモノリシック集積化されたことを特徴とする請求項10に記載の光送信装置。

【請求項13】上記半導体レーザの出力光を変調する光変調器をさらに有し、上記半導体レーザと光変調器及び上記導波路型ファブリペロエタロンが同一半導体基板上にモノリシック集積化されたことを特徴とする請求範囲10に記載の光送信装置。

【請求項14】上記半導体レーザの上部電極の直上又は導波路の脇の $1 \sim 30 \mu m$ の領域に薄膜ヒータを搭載したヒータ集積波長可変半導体レーザを用いることを特徴とする請求項1ないし13のいずれかに記載の光送信装置。

【請求項15】請求項1ないし12のいずれかに記載の光送信装置を備え、異なる2波長以上の光波信号を同一の光伝送線路上に伝搬させることを特徴とすること波長多重光通信装置。

【請求項16】上記異なる2波長以上の光波信号が隣合うチャンネル間隔が 50 乃至 100 GHzであることを特徴とする請求項15記載の波長多重光通信装置。

【請求項17】請求項15又は16記載の波長多重光通信装置の複数個をノードとし、光伝送線路で結合したことを特徴とする光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光送信装置に係り、更に詳しくいえば、波長の異なる複数の信号光を用いた波長多重光伝通信システム等に適用される光送信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】複数の波長の光信号を同一の光伝送線路で伝える波長多重光通信は通信技術、光情報処理技術のさらなる高性能化、低コスト化に向け重要である。

【0003】波長多重光通信では、複数チャンネルの光源の波長を所定の値に安定して保つことが重要である。現在、波長多重光通信で使用する各チャンネルの波長又は周波数は、国際標準化（ITU）により 50 乃至 100 GHz間隔（約 0.4 乃至 0.8 nm間隔）で詳細に決められている。このため光源となる半導体レーザの波長をいかにして、標準値（ITUグリッド）に安定して設定するかが大きな課題のひとつである。従来、高度の信頼性が要求される波長多重光通信装置では、各チャンネル毎に波長モニタとフィードバック回路を設けて光源の波長安定化を行うと共に、故障時に備えた予備の光源を各チャンネルに設けている。また、個々の光源である分布帰還型（DFB）レーザの発振波長を所定の狭い波長域内に作り込む必要がある。このため、半導体レーザの作製歩留まりに大きな課題が残る。これらの課題は、送信装置の小型化、低コスト化の大きな障害であり、今

・後、チャンネル間隔の低減、チャンネル数増大に伴って大きな問題となる。

【0004】一方、発振波長を変えることができる半導体レーザを光源とし、複数のチャンネルの所要波長帯域にわたって波長を変えることができる光源が検討されている。しかし、この場合、効率良く、簡易、かつ連続的に波長を掃引可能な波長可変半導体レーザの実現に加え、波長をITUグリッド上に固定する波長安定化技術が要求される。この要求に対し、温度調節素子（ペルチエ）による波長可変機構と薄膜エタロンフィルタとを組み合わせた波長可変／安定化光源が実現されているが消費電力が大きいことに加え構成や作製が複雑である問題がある。尚、この種の波長多重通信光源としてアイトリプレイヤー・フォトニクス・テクノロジ・レタース第4冊、321頁、1992年が挙げられる。

【0005】一方、現在、長距離幹線系の光通信システムでは、信号の伝送速度は2.5~10Gb/sが主流であり、外部変調方式が必須ある。このため、半導体レーザと外部光変調器をモノリシック集積した変調器集積光源の形態が望ましい。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の主な目的は、製造が容易で上記波長標準チャンネルにチューニング可能な波長多重信用光送信装置を提供することである。特に外部変調器をモノリシック集積した半導体レーザを用いた長距離伝送に好適な光送信装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明の光送信装置は、单一波長の光を発光する半導体レーザと、上記单一波長を広範囲に可変するとともに、可変した单一波長を特定の波長に安定化する制御回路と、上記半導体レーザの光を光電変換し上記制御回路に加える光学手段を有して構成される。

【0008】本発明の好ましい実施形態では、上記半導体レーザと上記光学手段は单一の基板上にモノリシック集積化又はハイブリッド集積化される。また、上記半導体レーザは、波長制御性に優れる分布帰還型又は分布反射型半導体レーザの上部電極の直上に薄膜ヒータを搭載したヒータ集積波長可変構造で構成される。また、上記光学手段は複数の離散的周波数に対して類似の单峰の周波数特性を持つ光学素子からなり、上記制御回路が上記单一波長を可変する波長制御部と上記半導体レーザの駆動電流を制御する駆動電流制御部を持ち、上記波長制御部及び上記駆動電流制御部の入力部にそれぞれの上記離散的周波数の相隣る周波数の信号成分の差信号及び和信号を加えるように構成される。

【0009】本発明の他の目的、特徴は実施形態の中で説明する。

【0010】

【発明の実施の形態】<実施形態1>図1は本発明による光送信装置を構成する光源部の一実施形態の構成を示す。

【0011】本実施形態は、单一波長でその单一波長が可変された光を放出する半導体レーザ101と、上記单一波長を可変し、かつ可変された单一波長を特定の波長に安定化する制御回路(108、109)と、半導体レーザ101の光を光電変換し上記制御回路に加える光学手段(103、104、106)を有して構成される。

【0012】波長可変半導体レーザ部101の出力光は、光結合部102を介して、光分波器103に導かれる。光分波器103では、入力光の一部が所要光として外部変調器(図示されていない)に加えられる。上記出力光の一部は分波され、アレイ導波路格子フィルタ104を通過した後、上記出力光の波長に応じて、アレイ導波路格子104の各出力導波路106に導かれる。出力導波路106に導かれた導波光は各出力導波路106の出力端に対応して設けられた受光素子アレイ105によって光電変換される。光電変換された光電流は、演算回路107(詳細は後で図3で説明する)で変換され、一部は波長制御回路108を介してヒータ集積型波長可変レーザである波長可変半導体レーザ部101の上部電極近傍に設けられた加熱電極に加えられ、他一部はレーザ駆動電流制御回路109を介して、半導体レーザ部101の駆動電極に加えられる。

【0013】図2は、図1の受光素子アレイ105及び演算回路107部の詳細を示す回路図である。受光素子アレイ105中、相隣なる各受光素子をi番目、i+1番目、i+2番目…のように番号を付している。演算回路107のそれぞれは、相隣なる受光素子からの光電流を2入力とする差動増幅器で構成されている。各差動増幅器106の和出力は共通に線路111で接続され、レーザ駆動電流制御回路109に接続され、各差動増幅器の差出力は共通に線路110で接続され、波長制御回路108に加えられる。

【0014】図3は、受光素子アレイ105部及び演算回路107部の特性図であり、(a)及び(b)はそれぞれ受光素子アレイ105の光電流量の入力光波長依存性及び演算回路107部の出力の波長依存性を示す。各受光素子105の光電流量は、(a)の入力光波長依存性に示すように、アレイ導波路格子フィルタ104の透過波長に応じ光電流が変化する。この場合、アレイ導波路格子フィルタ104の透過波長の間隔、半値全幅を共に50GHzに設定している。アレイ導波路格子フィルタ104及び各受光素子105の結合特性は、複数の離散的周波数 $f_i, f_{i+1}, f_{i+2}, \dots$ に対して類似の单峰の周波数特性を持つ。

【0015】受光素子アレイ105中i番目及びi+1番目の受光素子の出力電流をそれぞれ $I_{ph,i}, I_{ph,i+1}$

とし、これらの和成分 ($I_{ph,i} + I_{ph,i+1}$) 及び差成分 ($I_{ph,i} - I_{ph,i+1}$) を演算増幅器107を用いて抽出する。

【0016】図(b)に示すように、差成分 ($I_{ph,i} - I_{ph,i+1}$) は、周波数 f_i でゼロ点を横切る。また、各離散周波数 f_i ($i = 1, 2, \dots$) は、ほぼ 50 GHz の等間隔に配置される。図に示す例は、191.0 ± 0.5 i (THz) の場合である。一方、和成分 ($I_{ph,i} + I_{ph,i+1}$) はほぼ一定の値となる。この差成分を線路110介して波長制御回路108に加え、波長制御電流にフィードバックすることにより波長可変レーザ101の発振波長を所定の波長値入 i に安定化する。即ち、前もって定められて波長制御電流に上記差成分を加えることにより、波長可変レーザ101の発振波長入 i に対応する周波数 f_i が、図3(b)の光電流がゼロとなるようにレーザ101の加熱電極に加える電流が制御される。一方、和成分を線路111介してレーザ駆動電流制御回路109に加え、波長可変レーザ101の駆動電流にフィードバックすることにより波長可変レーザ101の光出力を所定の値に制御する。

【0017】本実施形態の特長は、一つの導波炉型デバイス(アレイ導波路格子フィルタ104)を用いて複数の波長を安定化することである。従って、特に波長可変光源の発振波長を所定の離散的な波長で安定化させる。

【0018】以上、本実施形態ではヒータ集積型波長可変レーザについて示したが、波長を広範囲で可変でき、かつ上記広範囲の中の離散的周波数に設定する必要のある形態の波長可変レーザにおける波長安定化に対しても同様な構成で適用できる。

【0019】<実施形態2>図4は本発明による光送信装置を構成する光源部の第2の実施形態の構成を示す。本実施形態は図1に示した構成部品を同一基板上にハイブリッド集積化したものである。

【0020】シリコン基板213上に、石英系光導波路からなるアレイ導波路格子フィルタ212を形成する。シリコン基板216上に、波長可変分布帰還型半導体レーザ201を集積化するレーザ搭載部214、受光素子アレイ205を集積化する搭載部215が設けられる。なお、201ないし211は、それぞれ図1の101ないし111に対応する。

【0021】半導体レーザ201は、図5の断面図に示すように、多重量子井戸活性層を有する発振波長約1550 nmの分布帰還型半導体レーザ201の素子表面電極217直上に、表面電極217と電気的に絶縁された白金薄膜ヒータ218を形成する。本構造では白金薄膜ヒータ218に通電することにより、レーザ活性層部を加熱し、屈折率変化を生じさせる。これにより、分布帰還型レーザ201の発振波長を変化させる。また、分布帰還型半導体レーザ201の前後端面にはスポット拡大導波路219がモノリシック集積されている。上記実施

形態では白金薄膜ヒータ218は表面電極217直上に設けた場合を示したが、半導体レーザを構成する導波路の近傍の1~30 μmの領域に設けてよい。

【0022】波長可変分布帰還型半導体レーザ201の後方出力光は、アレイ導波路格子フィルタ212を通過した後、出力光の波長に応じて、アレイ導波路格子212の各出力導波路206導かれる。この導波光は各出力導波路206の出力端部に設けられた受光素子アレイ205で光電流に変換される。アレイ導波路格子フィルタ212の透過波長に応じ光電流が変化するため、実施形態1と同様に隣り合う受光素子の光電流の差成分及び和成分を抽出し、それぞれ波長制御回路208、レーザ駆動電流制御回路209を介してヒータ電流、レーザ駆動電流にフィードバックすることにより波長可変レーザ201の光出力及び波長を所定の波長値に安定化する。

【0023】<実施形態3>図6は本発明による光送信装置を構成する光源部の第3の実施形態の構成を示す。本実施形態は、実施形態1の構成部品(101、105、106、112)を单一のInP基板304上にモノリシック集積化した点で実施形態1と異なり、各構成部品301、305、306、308、309及び312はそれぞれ図1の101、105、106、108、109及び112に対応し、その構成動作は実施形態1と同様である。多重量子井戸活性層を有する発振波長約1550 nmの分布帰還型半導体レーザ301の素子表面電極317上部に、表面電極317と電気的に絶縁された白金薄膜ヒータ318を公知の手法により形成する。

【0024】本実施形態では、白金薄膜ヒータ318に通電することにより、レーザ活性層部を加熱し、屈折率変化を生じさせ、従って分布帰還型レーザ301の発振波長を変化させる。分布帰還型半導体レーザ301の後方側には、InGaAsP導波路からなるアレイ導波路格子フィルタ312がモノリシック集積化されている。アレイ導波路格子フィルタ312は組成波長1.15 μmのInGaAsPから構成され、ハイメサ構造に加工されている。アレイ導波路格子フィルタ312の出力側には導波路型受光素子アレイ306がモノリシック集積化されている。

【0025】本実施形態においても、実施形態1、2と同様に隣り合う受光素子の光電流の差成分及び和成分を抽出し、それぞれヒータ電流、レーザ駆動電流にフィードバックすることにより波長可変レーザの光出力及び波長を所定の波長値に安定化する。また、本実施形態の更なる特徴は該モノリシック集積素子の温度を制御することにより安定化する波長を国際標準値(ITU)の波長に適合することができる点である。これは、半導体導波路の動作波長の温度係数が+0.1 nm/deg (-12 GHz/deg) と大きいことに起因する。

【0026】<実施形態4>図7は本発明による光送信

装置を構成する光源部の第4の実施形態の構成を示す。この実施形態では、実施形態3に示した構成と同様の動作原理の波長可変分布帰還型レーザ401に電界吸収型光変調器420及びアレイ導波路格子フィルタ412がモノリシック集積化されている。半導体レーザ401と電界吸収型光変調器420の距離は150μm以上間隔が設けられており、波長可変時にレーザ内部に印加される熱が光変調器417に到達しない設計になっている。なお、構成部品401、404、405、406、407、408、409、412、417及び418はそれぞれ図3の301、301、304、305、306、307、308、309、312、317及び318に対応する。

【0027】本実施形態においても実施形態1～3と同様に隣り合う受光素子の光電流の差成分及び和成分を抽出し、それぞれ波長制御回路408及びレーザ駆動電流制御回路409を介してヒータ電流、レーザ駆動電流にフィードバックすることにより波長可変レーザの光出力及び波長を所定の波長値に安定化する。また、本実施形態による実施例によれば、波長を変化させた場合、4nmの波長操引レンジに於いて安定な毎秒10ギガビットでの長距離伝送特性を実現できた。これは、4nm程度の波長範囲内であれば、電界吸収型光変調器のチャーピング特性の変化は僅かであることに起因する。

【0028】<実施形態5>図8は本発明による光送信装置の要部の第5の実施形態を示す図である。本実施形態は、実施形態1の波長フィルタ部のアレイ導波路格子412を誘電体多層膜フィルタにより構成されるファブリペロエタロン522に置き換えた構成である。他の図1と同一機能部分には図1と同じ番号を付して説明を省く。ファブリペロエタロン522は入射光に対し、45°の斜め配置され透過光及び反射光を生じるように設定されている。透過光、反射光はそれぞれに設けられた受光素子523、受光素子524により光電流に変換される点は実施形態1と同様である。本実施形態5では、ファブリペロエタロン504を光フィルタとして用いたが、誘電体多層膜を用いた複数の透過波長を有するバンドパスフィルタを用いても同様な効果が得られる。

【0029】図9は図8の受光素子523、524及び演算回路521部の特性図であり、(a)及び(b)はそれぞれ光電流量の入力光波長依存性及び出力波長依存性を示す。それぞれ受光素子523と524の光電流の差成分及び和成分を抽出し、それぞれヒータ電流、レーザ駆動電流にフィードバックすることにより波長可変レーザ101の光出力及び波長を所定の波長値に安定化する。これらの特性は、図3で説明したものと実質的に同じであるので詳細な説明を省く。

【0030】<実施形態6>図10は本発明による光送信装置を組み込んだ波長多重伝送装置の一実施形態の構成を示す図である。波長多重伝送装置601は、相互に

異なる固定の單一周波数の光を出射する64個の光送信装置605と、4個の実施形態4の光送信装置606と、上記光送信装置605及び606の出力光を合波する合波器607と、合波器607から波長多重された合波光を外部に出力する光導波路608を有する。4個の光送信装置606の予備A、B、…Dは、それぞれ光送信装置605である16チャンネル群ch. 1, ch. 2…ch. 16の波長領域、ch. 17, ch. 8…ch. 32の波長領域、…及びch. 49, ch. 50…ch. 64の波長領域をカバーするの波長可変領域を持つ。4個の光送信装置606は全チャネルch. 1, ch. 2…ch. 64の全波長帯1532～1558nmを全てカバーできる。チャネルch. 1, ch. 2…ch. 64の波長間隔は50GHzである。初期の設定波長が6nmづつ異なる。64チャンネルの主光源605の何れかに故障が生じた場合、その故障が生じたチャネル群に対応する予備光送信装置606の可変の單一周波数を故障光送信装置の波長とに設定することにより、高速に復旧可能である。本構成では、4台の予備光送信装置で全ての64チャンネルをバックアップ可能である。このため、従来全てのチャネルに対してスペア部品を装備していた従来構成に比べ、装置の小型化、経済化を大幅に改善される。

【0031】<実施形態7>図10は本発明による光送信装置を組み込んだ波長多重伝送システムの一実施形態の構成を示す図である。

【0032】複数の通信ノード702が、ループ状光伝送路701で結合されている。ネットワークで使用される全64チャネルの波長は1532～1558nm、50GHz間隔である。各通信ノード702は、ブロック702-Aに示すように、各波長信号を引き落とすための波長選択型光スイッチ703、スイッチ703を介して光伝送路701に結合された送信機704及び受信機705を持つ。

【0033】送信機704は上記各実施形態で説明した光送信装置、即ち波長が選択され、かつ安定化された光源と、光源からの光を伝送すべき信号によって変調する外部変調器を持つ。また、送信機704は上記全64チャネルの内、16チャネル分をカバーする構成である。本実施形態では、各ノード702で新たに加えるべき波長信号の波長をITUにて指定された所望の値に安定に制御可能であり、本発明による光送信装置の実現により初めて実現可能となった。

【0034】

【発明の効果】本発明に係る光送信装置によれば、容易な手法で高信頼・高品質な波長多重伝送装置が実現できる。さらに、特に送信信号の波長を連続的に可変であり且つ可変波長の安定化が可能な高信頼の光送信装置を低コストで容易に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光送信装置を構成する光源部の一実施形態の構成を示す図である。

【図2】図1の受光素子アレイ105及び演算回路107部の詳細を示す回路図である。

【図3】図1の受光素子アレイ105及び演算回路107部の特性図である。

【図4】本発明による光送信装置を構成する光源部の第2の実施形態の構成を示す図である。

【図5】図4の半導体レーザ201の断面図である。

【図6】本発明による光送信装置を構成する光源部の第3の実施形態の構成を示す図である。

【図7】本発明による光送信装置を構成する光源部の第4の実施形態の構成を示す図である。

【図8】本発明による光送信装置の要部の第5の実施形態を示す図である。

【図9】本発明による光送信装置の要部の第5の実施形態を示す図である。

【図10】本発明による光送信装置を組み込んだ波長多重伝送装置の一実施形態の構成を示す図である。

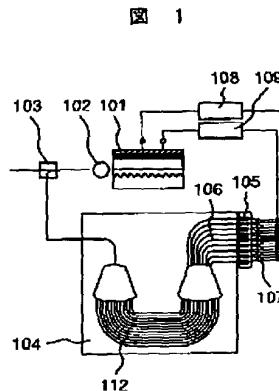
【図11】本発明による光送信装置を組み込んだ波長多重ネットワークの一実施形態の構成を示す図である。

【符号の説明】

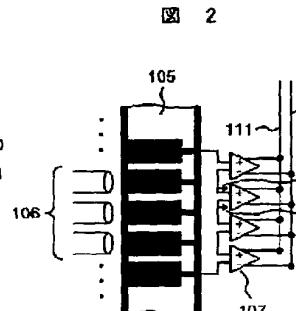
101…波長可変半導体レーザ部、102…光結合部、103…光分波器、104…アレイ導波路格子フィル

タ、105…受光素子アレイ、106…出力導波路、107…演算増幅器、108…波長制御回路、109…レーザ駆動電流制御回路、110…、111…、112…線路、201…分布帰還型半導体レーザ、205…受光素子アレイ、206…出力導波路、207…演算増幅器、208…波長制御回路、209…レーザ駆動電流制御回路、212…アレイ導波路格子フィルタ、213…シリコン基板、214…レーザ搭載部、215…受光素子アレイ搭載部、217…素子表面電極、218…白金薄膜ヒータ、219…スポット拡大導波路、301…分布帰還型半導体レーザ、304…InP基板、305…導波路型受光素子アレイ、307…演算増幅器、308…波長制御回路、309…レーザ駆動電流制御回路、312…アレイ導波路格子フィルタ、317…素子表面電極、318…白金薄膜ヒータ、401…波長可変分布帰還型レーザ、404…InP基板、405…受光素子アレイ、407…演算増幅器、408…波長制御回路、409…レーザ駆動電流制御回路、412…アレイ導波路格子フィルタ、417…素子表面電極、418…白金薄膜ヒータ、420…電界吸収型光変調器、522…ファブリペロエタロンフィルタ、523…受光素子、524…受光素子、521…演算増幅器、601…送信機、605…主光源、606…予備光源、607…合波器、701…波長多重ネットワーク、702…ノード、703…光スイッチ、704…送信機、705…受信器。

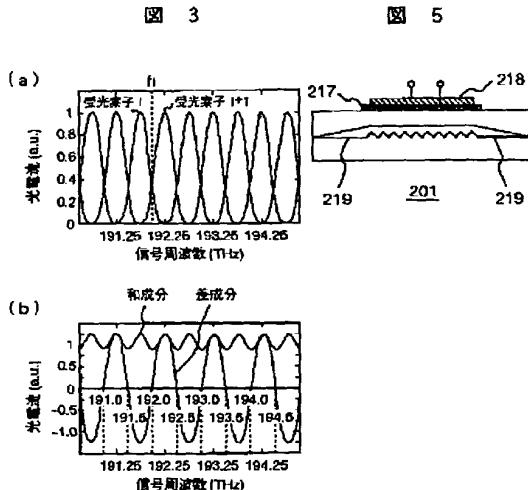
【図1】



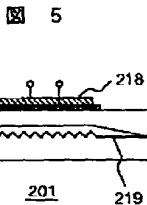
【図2】



【図3】

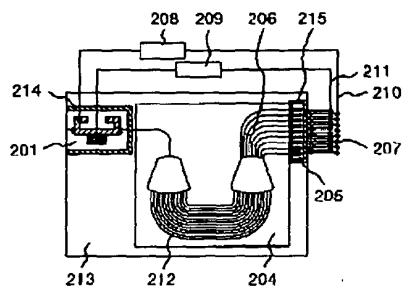


【図5】



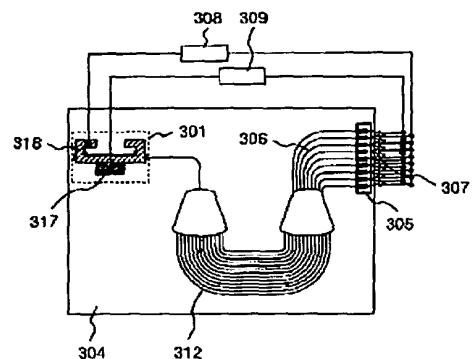
【図4】

図 4



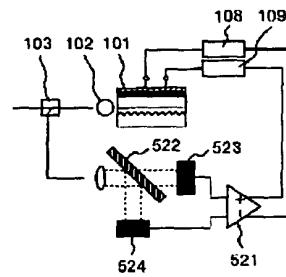
【図6】

図 6



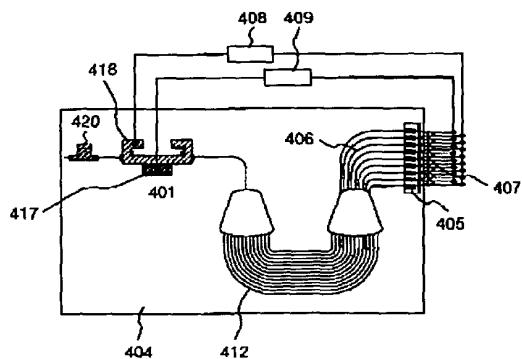
【図8】

図 8



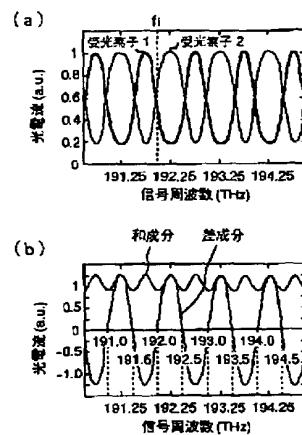
【図7】

図 7



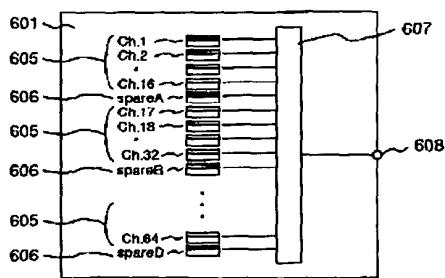
【図9】

図 9



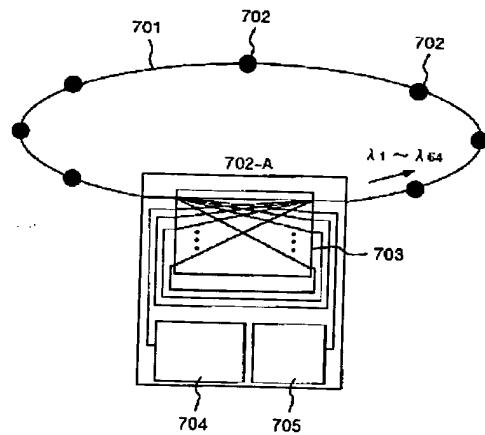
【図10】

図 10



【図11】

図 11



フロントページの続き

(51) Int.Cl. 7

H 01 S 5/12

H 04 J 14/00

14/02

識別記号

F I

G 02 B 6/28

H 04 B 9/00

マークド (参考)

D

E

F ターム(参考) 2H047 KA12 LA19 MA07
5F073 AA64 AA74 AB12 AB15 BA02
CB02 EA13 EA15 GA13
5K002 AA01 AA05 BA02 BA04 BA05
BA06 BA13 CA05 DA02 DA11
FA01